

СИНТЕЗ ФОРМ СТУПИЦЬ КУЛАЧКОВИХ ЗАПОБІЖНИХ МУФТ З РАДІАЛЬНО ПІДПРУЖИНЕНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Анотація. У статті поданий синтез геометричних форм кінців ступиць рухомих в осьовому напрямку півмуфт, з якими взаємодіють радіальні підпружинені елементи, і способи створення радіальних зусиль підтиску. Правильність сформованого напрямку синтезу кулачкових запобіжних муфт підтверджена зменшенням рівня динамічних навантажень при їх спрацюванні в 1,8 - 2,7 рази.

Для захисту ланцюгових передач різних машин і механізмів від перевантажень і поломок широко застосовуються кулачкові запобіжні муфти, які є простими за конструкцією, у виготовленні та експлуатації. Недоліком таких муфт є те, що область використання їх обмежена числом обертів, яке не може бути більшим, ніж 400 об/хв. При встановленні таких муфт на валах, число обертів яких перевищує 400 об/хв, коефіцієнт динамічності коливається в межах 2,5 - 6,0, і кулачкова запобіжна муфта в процесі пробуксовки стає збудником інтенсивних ударних навантажень.

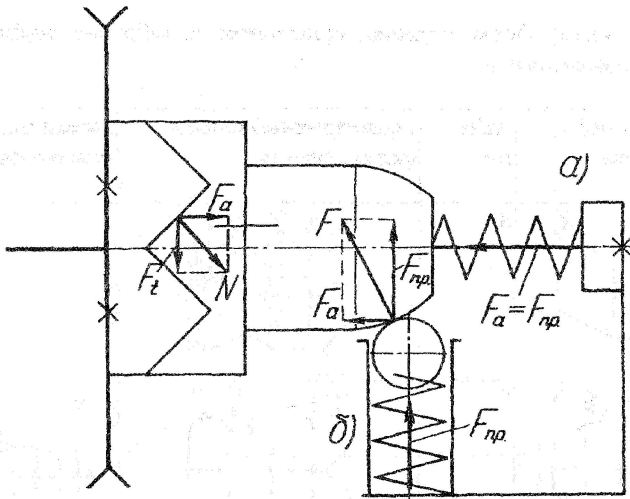
Результати проведених досліджень [1] показали зростання амплітуди поперечних коливань віток ланцюгової передачі при спрацюванні звичайних кулачкових запобіжних муфт з центральною підтискною пружиною. Удари, якими супроводжується проковзування в таких муфтах, являють собою повернення в об'єкт захисту потенціальної енергії, що утворилася при стиску пружин під час проковзування кулачків [2].

Величина ударних навантажень залежить від ряду факторів, а саме: жорсткості пружини Спр, висоти робочого зачеплення кулачків h_k , форми кулачків, характеру їх розміщення на торцевих поверхнях півмуфт, закону зміни зусилля підтиску півмуфт в процесі спрацювання муфти при дії перевантаження.

Осьове зусилля F_a підтиску півмуфт може бути забезпечено (рис. 1) як за рахунок центральної підтискної пружини $F_a = F_{пр}$ (варіант «а»), яка взаємодіє з плоским торцем ступиці рухомої в осьовому напрямку півмуфти, так і за рахунок радіальних пружин, які, наприклад, через проміжні кульки або пальці з фасонними кінцями взаємодіють із зовнішньою поверхнею обертання, виконаною на кінці ступиці (варіант «б»). В даному випадку осьова складова F_a є проекцією нормальної сили F в зоні взаємодії «підпружинена кулька - поверхня ступиці» на поздовжню вісь муфти. У всій багатоваріантній структурі кулачкових запобіжних муфт із центральним розміщенням підтискної (підтискних) пружин зусилля підтиску півмуфт зростає пропорційно до величини переміщення рухомої в осьовому напрямку півмуфти.

З точки зору мінімізації рівня динамічних навантажень при спрацюванні кулачкових запобіжних муфт важливим напрямком є розробка геометричного синтезу форм кінців ступиць рухомої в осьовому напрямку півмуфти. При цьому в якості поверхонь обертання можуть бути використані циліндрична (Ц), конічна (К), фасонна (Ф), сферична (С), тороїдальна (Т) та їх комбінації. Такий підхід дає можливість формувати різні закони зміни величини осьової сили F_a підтиску півмуфт, наслідком яких є підвищення надійності роботи обладнання і зменшення контактних напружень в зонах взаємодії робочих поверхонь кулачків півмуфт за рахунок зменшення величини осьової деформації радіально розміщених підтискних пружин.

В таблиці наведена багатоваріантна структура геометричних форм кінців ступиць рухомих в осьовому напрямку півмуфт, з якими взаємодіють радіальні підтискні елементи і способи створення радіальних зусиль підтиску.



а) з центральною пружиною; б) з радіальними пружинами.

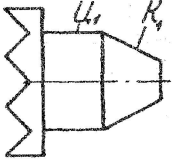
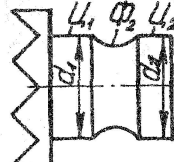
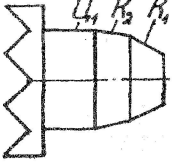
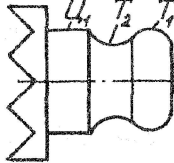
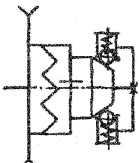
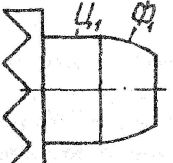
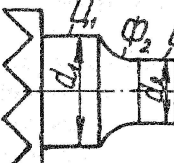
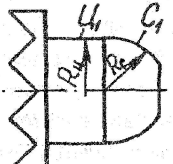
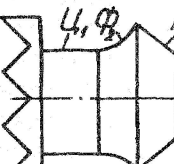
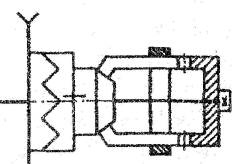
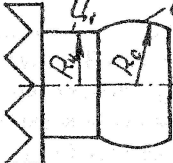
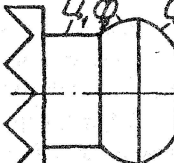
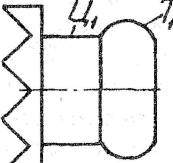
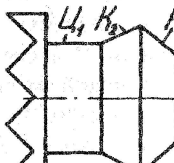
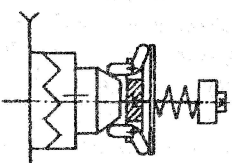
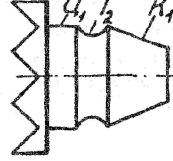
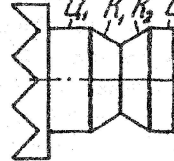
Рисунок 1 - Варіанти формування осьової сили F_a в кулачковій запобіжній муфті

В поз.1 показано зовнішню форму ступиці у вигляді циліндричної поверхні Ц1 і конічної поверхні К1. Окрім однієї конічної поверхні К1 для ступеневої зміни осьової складової F_a підтиску півмуфт в процесі їх виходу із зачеплення доцільно виконувати дві суміжні конічні поверхні К1 і К2 (поз.2). Для забезпечення постійного зусилля підтиску півмуфт F_a замість двох конічних поверхонь К1 і К2 необхідно використовувати фасонну поверхню спеціального профілю Ф1 (поз.3, [3]). Для плавного зменшення зусилля підтиску фасонну поверхню Ф1 спеціального профілю необхідно замінити на сферичну поверхню С1 (поз.4) з центром, який співпадає з точкою перетину кінця циліндричної поверхні Ц1 з віссю обертання муфти. У випадку, коли центр сферичної поверхні зміщений вправо відносно кінця циліндричної поверхні Ц1 (поз.5) має місце зростання осьового зусилля F_a на початковому етапі виходу кулачків із зачеплення з наступним зменшенням зусилля підтиску із самовиключенням муфти.

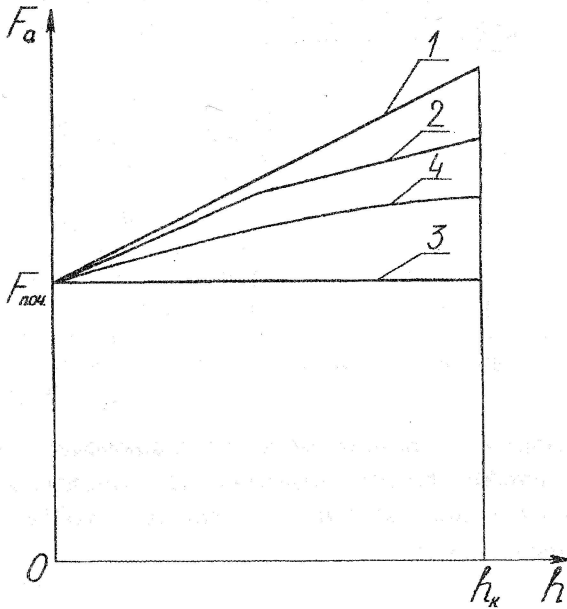
Аналогічна картина самовиключення кулачкової запобіжної муфти спостерігається при наявності зовнішньої тороїдальної поверхні Т1 (поз.6), конічної поверхні К1, яка переходить у внутрішню тороїдальну поверхню Т2 (поз.7), внутрішньої фасонної поверхні Ф2, яка переходить в циліндричну поверхню Ц1 (поз.8). Самовиключенню муфти сприяють зовнішня тороїдальна поверхня Т1, яка переходить у внутрішню тороїдальну поверхню Т2 (поз.9); наявність циліндричної поверхні Ц2, яка переходить у внутрішню фасонну поверхню Ф2 і циліндричну поверхню Ц1 більшого діаметра (поз.10). Автоматичні кулачкові запобіжні муфти перетворюються в самовиключні за рахунок комбінації конічної поверхні К1, внутрішньої фасонної поверхні Ф2 і циліндричної поверхні Ц1 (поз.11), різнопрофільних фасонних поверхонь Ф1, Ф2 і циліндричної поверхні Ц1 (поз.12), конічних поверхонь К1, К2 і циліндричної поверхні Ц1 (поз.13), а також циліндричної поверхні Ц1, конічних поверхонь К1 і К2 (які утворюють кільцеву канавку) і циліндричної поверхні Ц1 (поз.14).

Радіальні сили підтиску на кінець ступиці рухомої в осьовому напрямку півмуфти можуть формуватися за рахунок (див. Таблицю) як радіально підпружинених кульок (схема «а»), так і за рахунок пружних пелюстків цангових механізмів (схема «б») [4] та двоплечих важелів, змонтованих на нерухомому кронштейні і підпружинених центральною підтискною пружиною (схема «в») [5].

Таблиця – Синтез форм ступиць кулачкових запобіжних муфт з радіально підпружиненими елементами

| №№ пп | Геометричний синтез форм ступиць | №№ пп | Геометричний синтез форм ступиць | Схеми підтискних механізмів |
|----------|---|----------|---|--|
| 1. |  | 8. |  | |
| 2. |  | 9. |  |  а) |
| 3. |  | 10. |  | |
| 4. |  | 11. |  |  б) |
| 5. |  | 12. |  | |
| 6. |  | 13. |  |  в) |
| 7. |  | 14. |  | |

На рис.2 проілюстровані можливі варіанти зміни зусилля підтиску півмуфт при взаємодії радіально підпружинених кульок з різними формами поверхонь ступиці в процесі виходу кулачків із зачеплення для автоматичних кулачкових муфт (номери графіків відповідають номерам позицій в таблиці). На відміну від автоматичних



1 - конічно спряжені K_1 ; 2 - конічні K_1 і K_2 ; 3 - фасонна - спеціального профілю Φ_1 ; 4 - сферична C_1

Рисунок 2. Графіки зміни зусилля підтиску півмуфт при взаємодії радіально підпружинених кульок з різними формами поверхонь ступиці

кулачкових запобіжних муфт для самовиключних муфт (позиції 5-14 таблиці) характерні два принципових варіанта зміни осьової сили в кулачковому зачепленні (рис.3) при виході кулачків. У першому випадку (рис.3,а) осьова сила в кулачковому зачепленні стає рівною нулю лише після повного виходу кулачків із зачеплення. В другому випадку (рис.3,б) осьова сила набуває нульового значення в процесі виходу кулачків із зачеплення, тобто при осьовому зміщенні рухомої півмуфти на величину, меншу від робочої висоти h_k зачеплення кулачків.

Розроблений синтез кулачкових запобіжних муфт з радіальними підтискними елементами дає змогу на етапі проектування технологічного обладнання перебрати всі можливі варіанти і вибрати раціональну схему форм поверхонь і послідовність їх розміщення на кінці ступиці рухомої в осьовому напрямку півмуфти в залежності від вимог, що ставляться до обладнання, яке необхідно захистити від дії перевантаження.

Проведені авторами експериментальні дослідження на стендовій установці, змонтованій на токарно-гвинторізному верстаті мод. 16К20 в лабораторії «Обладнання машинобудівних підприємств» Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя, підтверджують правильність сформованого напрямку синтезу кулачкових запобіжних муфт. Рівень динамічних навантажень при спрацюванні синтезованих муфт зменшується в 1,8 – 2,7 рази порівняно з муфтами, в яких підтиск півмуфт забезпечується центральними пружинами стиску, що взаємодіють з торцем рухомої в осьовому напрямку півмуфти.

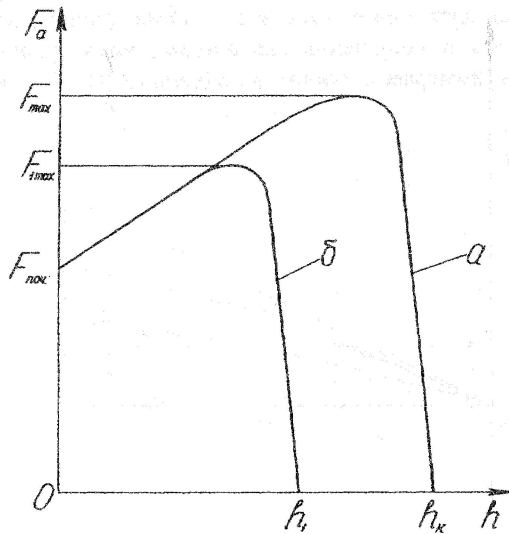


Рисунок 3. Графіки зміни осьової сили при виключенні муфти після повного виходу кулачків із зачеплення (а); при виключенні муфти в процесі виходу кулачків із зачеплення (б)

Summary. In this article we present synthesis of geometrical end's shapes of the hubs, which are movable in the axial direction of half-clutches and the ways of creation of radial efforts of the pressure. The radial spring-actuated elements interact with the hubs. The rightness of formed direction of the synthesis of safety toothed clutches is confirmed by the decrease of the level of dynamic loading in 1,8-2,7 times during their work.

Перелік посилань:

1. Дубиняк С.А., Нагорняк С.Г. Исследование зависимости амплитуды поперечных колебаний рабочей ветви цепной передачи от типа предохранительной муфты// Ценные передачи и приводы. Тр. Краснодарского политехнического ин-та, 1979. - вып.98.
2. Тешникчиев В.К. Предохранительные устройства от перегрузки станков. - М.: Машиностроение, 1968. - 110 с.
3. А.с. 619718 СССР, МКИ F16 D 7/04. Зубчатая предохранительная муфта/ С.Г.Нагорняк, В.Ф.Ярошенко (СССР). - № 2415067/25-27; Заявлено 25.10.76; Опубл. 15.08.78. Бюл. № 30. - 3 с.
4. А.с. 1237808 СССР, МКИ F16 D 7/04. Кулачковая предохранительная муфта/ С.Г.Нагорняк, И.В.Шемчук (СССР). - №3762729/25-27; Заявлено 28.06.84; Опубл. 15.06.86. Бюл. № 22.-3 с.
5. А.с. 1073506 СССР, МКИ F16 D 7/00. Предохранительна муфта/ В.А.Савельев (СССР). - № 3514321/25-27; Заявлено 26.11.82; Опубл. 15.02.84. Бюл. № 6. - 3 с.